

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-029507

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

G02B 6/122
G02B 6/13

(21)Application number : 2002-187474

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 27.06.2002

(72)Inventor : OTSU SHIGEMI

SHIMIZU TAKASHI

TANIDA KAZUTOSHI

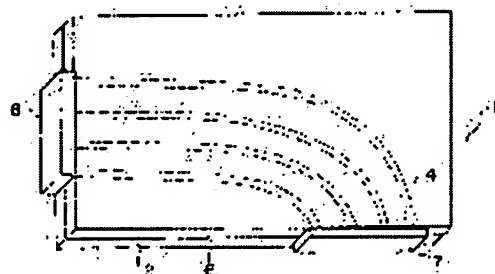
AKUTSU HIDEKAZU

(54) OPTICAL ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flexible optical element useful for optical wiring and a method for manufacturing the element by a simplified easy method at a low cost.

SOLUTION: The manufacturing method of the optical element is composed of the following processes. The optical element is provided with a light emitting part on the core end face of a flexible high polymer optical waveguide sheet having a film base material clad, a core and a clad layer covering the core. (1) A mold is taken from a master disk having a projection part for an optical waveguide, both ends of the mold are cut off so as to expose a recessed part corresponding to the optical waveguide core of the mold and a casting mold is produced. (2) A flexible film base material for the clad with excellent adhesion is tightly adhered to the casting mold. (3) One end of the casting mold is brought into contact with ultraviolet ray setting resin or thermosetting resin to be the core and it is made to advance into the recessed part of the casting mold by capillarity. (4) The ultraviolet ray setting resin or the thermosetting resin which is made to advance is set and the casting mold is peeled off from the film base material for the clad. (5) The clad layer is formed on a core formation surface,



the flexible high polymer optical waveguide sheet is produced and then a light receiving part is attached to the core end face.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

An optical element which formed a light-emitting part in the core end face of a flexible polymer light guide sheet which has the cladding layer formed so that a core and a core which consist of a hardened material of ultraviolet curing nature resin provided on a clad and a clad which consist of a flexible film substrate, or thermosetting resin might be covered.

[Claim 2]

The optical element according to claim 1, wherein said light-emitting part is a surface light laser array.

[Claim 3]

The optical element according to claim 2, wherein array gaps of said surface light laser array are 20 micrometers - 2 mm.

[Claim 4]

The optical element according to claim 1, wherein a light sensing portion is further provided in other core end faces in said flexible polymer light guide sheet.

[Claim 5]

The optical element according to claim 4, wherein said light sensing portion is an optical diode array.

[Claim 6]

1) A process of exfoliating after forming a layer of a resin material for mold formation in original recording in which heights for optical waveguides were formed, taking a mold, cutting both ends of a mold so that a crevice corresponding to heights for optical waveguides subsequently to said mold formed may be exposed, and producing a mold,

2) A process to which adhesion with this mold makes said mold stick a good flexible film substrate for clads,

- 3) A process which contacts an end of a mold to which a flexible film substrate for clads was stuck to ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin used as a core, and makes this ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into a crevice of said mold according to capillarity,
- 4) A process of stiffening ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin made advancing, and exfoliating a mold from a flexible film substrate for clads,
- 5) A process of forming a cladding layer on a flexible film substrate for clads with which a core was formed,

A manufacturing method of an optical element which attaches a light sensing portion to the core end face in this sheet after producing a flexible polymer light guide sheet by a ***** process.

[Claim 7]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6 by a thing to which formation of said cladding layer applied ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin and to do for postcure.

[Claim 8]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6 by formation of said cladding layer pasting a film for clads together to this film with adhesives with a near refractive index.

[Claim 9]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein a layer of said resin material for mold formation is a layer which hardened hardenability silicone resin.

[Claim 10]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein surface energy of said mold is 10 dyn/cm - 30 dyn/cm.

[Claim 11]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein share (Share) rubber hardness of said mold is 15-80.

[Claim 12]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein surface roughness of said mold is 0.5 micrometer or less.

[Claim 13]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6 with which the light transmittance state of said mold is characterized by being not less than 80% in 350 nm - a 700-nm field.

[Claim 14]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein thickness of said

mold is 0.1 mm - 50 mm.

[Claim 15]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein a refractive index of said flexible film substrate for clads is 1.55 or less.

[Claim 16]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein said flexible film substrate for clads is an alicyclic olefine resin film.

[Claim 17]

A manufacturing method of the optical element according to claim 16 being a resin film which said alicyclic olefine resin film has norbornene structure in a main chain, and has a polar group in a side chain.

[Claim 18]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6 decompressing a system in a process which makes ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into a crevice of said mold according to capillarity.

[Claim 19]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6, wherein viscosity of said ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin is 10 mPa-s - 2000 mPa-s.

[Claim 20]

A manufacturing method of the optical element according to claim 6 in a range whose paths of a core are 10 micrometers - 500 micrometers.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to an optical element which formed the light-emitting part in the flexible polymer light guide, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]

How (selective polymerization method) to impregnate (1) film with a monomer, to expose a core part selectively as a manufacturing method of a polymers waveguide, to change a refractive index, and to paste a film together, (2) How to form a clad part after applying a core layer and a cladding layer using reactive-ions ECHINGU (the RIE method), (3) Use the ultraviolet curing resin which added a photosensitive material into a polymer material, The method (the photograph breaching method) of exposing a core part and changing the refractive index of a core part, etc. are proposed after applying the method (the direct exposing method) of using the photolithographic method exposed and developed, the method of using (4) injection molding, (5) core layers, and a cladding layer.

However, as for a selective polymerization method of (1), there is a problem in the lamination of a film, in order to use the photolithographic method for the method of of (2) and (3), it becomes a high cost, and the method of (4) has a technical problem in the accuracy of the core diameter obtained. The method of (5) has the problem that sufficient refractive index difference of a core layer and a cladding layer cannot be taken.

Now, although the practical method excellent in the performance target is only the method of of (2) and (3), it has a problem of the cost like the above. And neither of the methods, (1) nor thru/or (5), can be applied to forming a polymers waveguide in a flexible plastics base material with a large area.

[0003]

Although the pattern substrate (clad) in which the pattern of the slot used as a capillary tube was formed as a method of manufacturing a polymer light guide is filled up with the polymer precursor material for cores, postcure is carried out, a core layer is made and the method of pasting a planar substrate (clad) together on it is known, By this method, as a result of filling up with polymer precursor material thinly, being extensively hardened by only the capillary tube slot also between a pattern substrate and a planar substrate and forming the film of the same presentation as a core layer in it, there was a problem that light will be revealed through this film.

As one of the methods of solving this problem, the DEBITTO heart adheres the pattern substrate and planar substrate in which the pattern of the slot used as a capillary tube was formed with the jig for a clamp, It decompressed, after the seal etc. furthermore carried out the contacting parts of a pattern substrate and a planar substrate by resin, and the capillary tube was filled up with the monomer (diallyl isophthalate) solution, and the method of manufacturing a polymer light guide was proposed (the Patent Gazette No. 3151364 specification). This method is a method by which uses a monomer, and hypoviscosity-izes a packing material instead of using polymer precursor material as a resin material for core formation, you make it filled up in a capillary tube using capillarity, and it is made not to fill up with a monomer in addition to a capillary tube.

However, this method has a large rate of a volumetric shrinkage at the time of a monomer polymerizing and becoming polymer, since the monomer is used as a charge of core formation material, and there is a problem to which the transmission loss of a polymer light guide becomes large and to say.

Or this method adheres a pattern substrate and a planar substrate by a clamp, it is complicated methods, such as carrying out the seal of the contact portion by resin further in addition to this.

It cannot turn to mass production and, as a result, a cost fall cannot be expected.

Thickness is unable to apply to manufacture of the polymer light guide using mm order or a film of 1 mm or less as a clad.

[0004]

George M. Whitesides and others of Harvard University has advocated the method of a capillary tube micro mold as one of the soft lithography recently as new technology which makes nano structure. This makes a master substrate using photo lithography, and copies the nano structure of a master substrate to the mold of PDMS using the adhesion of poly dimethylsiloxane (PDMS), and easy detachability, It is a method which slushes fluid polymer into this mold and it is made to solidify using capillarity. The detailed interpretive article is indicated to SCIENTIFIC AMERICAN September 2001 (the Nikkei Science December, 2001

item).

[0005]

Or Kim Enoch and others of the group of George M. Whitesides of a bird university applies for the patent about the capillary tube micro mold method (U.S. Pat. No. 6355198 item specification).

However, even if it applies a manufacturing method given in this patent to manufacture of a polymer light guide, since the cross-section area is small, the core part of an optical waveguide requires time for forming a core part, and is not suitable for mass production. When a monomer solution polymerizes and it becomes polymers, a volume change is caused, the shape of a core changes, and transmission loss has the fault of becoming large.

[0006]

B. Michel and others of the IBM CHURICHI research institute has proposed the lithography technology of high resolution using PDMS, and has reported acquiring tens of nm resolution by this art. The detailed interpretive article is indicated to IBM J. REV. & DEV. VOL. 45NO. 5 SEPTEMBER 2001.

Thus, the soft lithography technology using PDMS and the capillary tube micro mold method are the art of attracting attention mainly by the U.S., as nanotechnology these days.

[0007]

However, if an optical waveguide is produced using the micro mold method like the above, it cannot reconcile what the rate of a volumetric shrinkage at the time of hardening is made small for (therefore, transmission loss is made small), and hypoviscosity-izing filling liquid objects (monomer etc.), in order to make restoration easy. Therefore, if it takes making transmission loss small into consideration preferentially, viscosity of a filling liquid object cannot be made below into a certain limit, but filling speed becomes slow, and mass production cannot be expected. It is the requisite that glass and a silicon substrate are used for the aforementioned micro mold method as a substrate.

Using a flexible film base is not taken into consideration.

[0008]

By the way, in IC art or LSI technology, performing optical wiring between the boards between apparatus devices and in an apparatus device and in a chip attracts attention these days instead of performing electric wiring with high density for working speed or the improvement in a degree of location.

As an element for optical wiring, for example to JP,2000-39530,A. The core clad laminating direction of the polymer light guide which has a clad which surrounds a core and a core is equipped with a light emitting device and a photo detector, It is an optical element which has an emission side mirror for making a photo detector emit the light from the incidence side

mirror and core for furthermore entering the light from a light emitting device in a core, In the part equivalent to the optical path from a light emitting device to [from an incidence side mirror and an emission side mirror] a photo detector, a cladding layer is formed in a concave and the optical element as which the light from a light emitting device and the light from an emission side mirror were completed is indicated. To JP,2000-39531,A. In the optical element which enters the light from a light emitting device in the core end face of the polymer light guide which has a clad which surrounds a core and a core, the light incidence end of a core is formed so that it may become a convex toward a light emitting device, and the optical element which completed the light from a light emitting device and suppressed waveguide loss is indicated.

To JP,2000-235127,A, the optoelectronic integrated circuit in which the polymers optical waveguide circuit was directly assembled on the photoelectrical fusion circuit board which integrated the electronic device and the light corpuscle child is indicated.

[0009]

By the way, if the element like the above can be bent in said optical wiring and it can incorporate in a device, it becomes possible to enlarge flexibility at the time of considering an assembly of optical wiring, and, as a result, it will raise the degree of location of IC or LSI. However, since each of said optical elements and optoelectronic integrated circuits does not have flexibility (flexibility), it is impossible to bend these and to incorporate in a device. Said optical element and the optoelectronic integrated circuit needed to form the end face of the core in convex, or needed to use the mirror together, and a complicated structure must be used for them. The reason with required making the core end face convex as mentioned above, or condensing using a lens, Since the semiconductor laser element as a light emitting device used for said optical element has large generation of heat, this will only be stuck to a polymers waveguide, use ***** and heat will not escape and it becomes a cause of a malfunction, While it is necessary to provide a gap between a polymers waveguide portion and a light emitting device, and to miss heat, it is because an angle of divergence exists in the spot of a semiconductor laser (therefore, it becomes difficult for light to spread and to confine light in an optical waveguide as said gap becomes large).

Although each of said optical elements and optoelectronic integrated circuits contains the polymer light guide, all are produced using the photolithographic method, a process is complicated, there is also a problem of waste fluid etc., and the load to environment is also large.

[0010]

Thus, in addition to not being provided at all until now [polymer light guide sheet / itself] which has flexibility, the view of considering it as the optical element which connects a light emitting device to the end face of a polymer light guide sheet, and is used for optical wiring is not raised

at all so that this flexibility may not be spoiled.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

this invention is made in view of the problem like the above, and comes out. it is alike and the purpose has used to provide [providing the optical element which has useful flexibility, and] the manufacturing method of the optical element which produces said optical element by the simple method extremely simplified by low cost

[0012]

[Means for Solving the Problem]

- (1) An optical element which formed a light-emitting part in the core end face of a flexible polymer light guide sheet which has the cladding layer formed so that a core and a core which consist of a hardened material of ultraviolet curing nature resin provided on a clad and a clad which consist of film bases, or thermosetting resin might be covered.
- (2) An optical element given in the above (1), wherein said light-emitting part is a surface light laser array.
- (3) An optical element given in the above (2), wherein array gaps of said surface light laser array are 20 micrometers - 2 mm.
- (4) An optical element given in the above (1), wherein a light sensing portion is further provided in other core end faces in said flexible polymer light guide sheet.
- (5) An optical element given in the above (4), wherein said light sensing portion is an optical diode array.

[0013]

- (6) A process of exfoliating after forming a layer of a resin material for mold formation in original recording in which heights for 1 optical waveguides were formed, taking a mold, cutting both ends of a mold so that a crevice corresponding to heights for optical waveguides subsequently to said mold formed may be exposed, and producing a mold,
- 2) A process to which adhesion with this mold makes said mold stick a good flexible film substrate for clads,
- 3) A process which contacts an end of a mold to which a film base for clads was stuck to ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin used as a core, and makes this ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into a crevice of said mold according to capillarity,
- 4) A process of stiffening ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin made advancing, and exfoliating a mold from a flexible film substrate for clads,
- 5) A process of forming a cladding layer on a flexible film substrate for clads with which a core was formed,

A manufacturing method of an optical element which attaches a light sensing portion to the core end face in this sheet after producing a flexible polymer light guide sheet by a ***** process.

[0014]

(7) A manufacturing method of an optical element given in the above (6) by a thing to which formation of said cladding layer applied ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin and to do for postcure.

(8) A manufacturing method of an optical element given in the above (6) by formation of said cladding layer pasting a film for clads together to this film with adhesives with a near refractive index.

(9) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein a layer of said resin material for mold formation is a layer which hardened hardenability silicone resin.

[0015]

(10) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein surface energy of said mold is 10 dyn/cm - 30 dyn/cm.

(11) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein share (Share) rubber hardness of said mold is 15-80.

(12) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein surface roughness of said mold is 0.5 micrometer or less.

(13) A manufacturing method of an optical element given in the above (6) for which the light transmittance state of said mold is characterized by being not less than 80% in 350 nm - a 700-nm field.

(14) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein thickness of said mold is 0.1 mm - 50 mm.

[0016]

(15) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein a refractive index of said flexible film substrate for clads is 1.55 or less.

(16) A manufacturing method of an optical element given in the above (6), wherein said flexible film substrate for clads is an alicyclic olefine resin film.

(17) A manufacturing method of an optical element given in the above (16) being a resin film which said alicyclic olefine resin film has norbornene structure in a main chain, and has a polar group in a side chain.

(18) A manufacturing method of an optical element given in the above (6) decompressing a system in a process which makes ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into a crevice of said mold according to capillarity.

(19) A manufacturing method of an optical element of the aforementioned (6) statement, wherein viscosity of said ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin is 10 mPa-s -

2000 mPa-s.

(20) A manufacturing method of an optical element given in the above (6) in a range whose paths of a core are 10 micrometers - 500 micrometers.

[0017]

[Embodiment of the Invention]

The optical element of this invention forms a light-emitting part in the core end face of the flexible polymer light guide sheet which has the cladding layer formed so that the core and core which consist of a hardened material of the ultraviolet curing nature resin provided on the clad and clad which consist of a flexible film substrate, or thermosetting resin might be covered. In the optical element of this invention, since the optical path changing elements, such as a lens and a mirror, are unnecessary, it is extremely simplified as an element. Since the optical element of this invention formed the light-emitting part in the end face, using the polymer light guide sheet which has flexibility, The flexibility of the whole element is high, and it can incorporate in an integrated circuit in the state where could change bending simply etc. and it was made to change, and it becomes possible to be said simplified element and to raise the degree of location of an integrated circuit substantially conjointly.

The optical element of this invention can be used for extensive uses, such as optical wiring during the chip between the boards between the optical wiring in various hierarchies, for example, an apparatus device, and in an apparatus device, and in a board.

An example of the optical element of this invention is shown in drawing 1 as a key map. the inside of drawing 1, and 1 -- a lower clad (flexible film substrate for clads) and 4 show a core, 6 shows a cladding layer, and, as for a light-emitting part and 8, an optical element and 2 show a light sensing portion 7, respectively.

[0018]

The manufacturing method of the optical element of this invention is performed by attaching a light-emitting part to the core end face, after producing a flexible polymer light guide sheet. The manufacturing method of a flexible polymer light guide sheet has the following processes.

- 1) The process of exfoliating after forming the layer of the resin material for mold formation in the original recording in which the heights for optical waveguides were formed, taking a mold, cutting the both ends of a mold so that the crevice corresponding to the heights for optical waveguides subsequently to said mold formed may be exposed, and producing a mold,
- 2) The process which adhesion with this mold used as a clad makes stick the good flexible film substrate for clads to said mold,
- 3) The process which contacts the end of the mold to which the flexible film substrate for clads was stuck to ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin used as a core, and makes ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into the crevice of said mold according to capillarity,

4) the process which stiffens ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin made to advance, and the process of exfoliating a mold from the flexible film substrate for clads -- and 5) The process of forming a cladding layer on the flexible film substrate for clads with which the core was formed.

[0019]

Like the above the manufacturing method of the flexible polymer light guide sheet (it may only be hereafter called an optical waveguide sheet) of this invention to a mold. The flexible film substrate for clads with good adhesion with a mold (below) only -- the film base for clads, a film base, etc. -- saying, if it is made to stick, Even if it does not make both adhere using a special means (it is a means for detachable like a statement to said patent No. 3151364 specification), in addition to the crevice structure formed in the mold, It is a thing based on having found out that ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin could be made to advance only into said crevice, without generating an opening between a mold and the film base for clads, A manufacturing process is simplified extremely, and the manufacturing method of the polymer light guide of this invention can produce a polymer light guide easily, and makes it possible to produce a polymer light guide by low cost extremely as compared with the manufacturing method of the conventional polymer light guide. By the manufacturing method of the polymer light guide of this invention, a loss loss is highly precise few, and the flexible polymer light guide which enables the free charge to various equipment is obtained. Furthermore, the shape of a polymer light guide, etc. can be set up freely.

And since the manufacturing method of the optical element of this invention only attaches a light-emitting part to the end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above, it is a very simple method and can attain low cost to the extent that it is not compared to the optical element using the conventional polymer light guide.

[0020]

First, it uses figure 2 and the outline of the manufacturing method of the optical waveguide sheet of this invention is explained.

Drawing 2 (A) shows the original recording 10 in which the heights 12 for optical waveguides were formed. As drawing 2 (B) shows first, the layer 20a (for example, layer which hardening resin hardened) of the resin material for mold formation is formed in the field in which the heights 12 for optical waveguides of the original recording 10 were formed. Next, the both ends of a mold are cut and the mold (not shown) 20 is produced so that it may exfoliate from the original recording 10 (templating) and the crevice 22 corresponding to the heights for optical waveguides formed in the mold may expose the layer 20a of the resin material for mold formation after that (refer to drawing 2 (C)).

Thus, adhesion with this mold sticks the good film base 30 for clads to the produced mold (refer to drawing 2 (D)). Next, the end of a mold is contacted to the hardening resin 40a used

as a core, and is made to advance into the crevice 22 of a mold using capillarity. Drawing 2 (E) shows the state where the crevice of the mold was filled up with hardening resin. Then, the hardening resin in a crevice is stiffened and a mold is exfoliated (not shown). As drawing 2 (F) shows, the heights 40 for optical waveguides (core) are formed on the film base for clads. The optical waveguide sheet 60 (refer to drawing 2 (G)) of this invention is produced by forming the core layer 50 in the core forming face of the film base for clads.

[0021]

The example which pastes up the film used as a clad with adhesives on the film base by which the core was formed in drawing 3 is shown. Drawing 3 (A) to drawing 3 (F) is as common as the process expressed with drawing 2 (F) from drawing 2 (A), it starts from original recording and even the process of forming a core on a film base is shown. Drawing 3 (G) shows the process of pasting together the film 52 which uses the adhesives 54 for the core forming face of a film base, and serves as a clad.

[0022]

Below, the manufacturing method of the optical waveguide sheet by this invention is explained at process order.

1) The process of exfoliating after forming the layer of the resin material for mold formation in the original recording in which the heights for optical waveguides were formed, taking a mold, cutting the both ends of a mold so that the crevice corresponding to the heights for optical waveguides subsequently to said mold formed may be exposed, and producing a mold

<Production of original recording>

The conventional method, for example, the photolithographic method, can be especially used for production of the original recording in which the heights for optical waveguides (heights corresponding to a core) were formed, without restriction. The method (application for patent No. 10240 [2002 to]) of producing a polymer light guide by the electrodeposition process or photoelectrical arrival method for which these people applied previously is also applicable to producing original recording. The size of the heights for optical waveguides formed in original recording is suitably decided according to the use of a polymer light guide, etc. For example, in the case of the optical waveguide for single modes, in the case of the optical waveguide for multi-modes, the core about a 50-100-micrometer angle is generally used in the core about a 10-micrometer angle, but the optical waveguide which has about hundreds of micrometers and a still bigger core part depending on a use is also used.

[0023]

<Production of type>

After forming the layer of a mold resin material in the optical waveguide side of the original recording produced as mentioned above, a mold exfoliates and is produced.

It is preferred that it can exfoliate easily from original recording as a mold resin material and to

have the mechanical strength and dimensional stability more than fixed as a mold (it uses repeatedly). The layer of a mold resin material is formed from what added various additive agents to resin for mold formation, or this if needed.

Since resin for mold formation must copy correctly each optical waveguide formed in original recording, it is preferred to have the about viscosity below a certain limit, for example, 2000-7000 mPa-s. For viscosity regulation, a solvent can be added to such an extent that there is no adverse effect of a solvent.

[0024]

As said resin for mold formation, hardenability silicone resin (a heat-hardened type, a room-temperature-curing type) is preferably used from a viewpoint of detachability, and mechanical strength and dimensional stability. It is said resin, and liquid resin of low molecular weight can desire sufficient perviousness, and is used preferably. The viscosity of said resin has a still more preferred thing of about 2000-5000 mPa-s 500 to 7000 mPa-s.

As hardenability silicone resin, the thing containing a methyl siloxane group, an ethyl siloxane group, and a phenyl siloxane group is preferred, and especially hardenability dimethylsiloxane resin is preferred.

[0025]

It is desirable to perform releasing treatment, such as release agent spreading, to said original recording beforehand, and to promote exfoliation with a mold.

In order to form the layer of a mold resin material in the optical waveguide side of original recording, the layer of resin for mold formation is formed in said field by applying resin for mold formation or carrying out casting etc., and a drying process, curing treatment, etc. are performed if needed after that.

Although the layer thickness of a mold resin material is suitably decided in consideration of the handling nature as a mold, generally about 0.1-50 mm is suitable.

Then, it exfoliates and let the layer and original recording of a mold resin material be a mold.

[0026]

<Production of a mold>

Subsequently, the both ends of a mold are cut and a mold is produced so that the crevice corresponding to the heights for optical waveguides formed in said mold may be exposed. The both ends of a mold are cut in order to make ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into the crevice of said mold according to capillarity at a next process, so that a crevice may be exposed.

the surface energy of a mold -- 10dyn/cm- it is preferred that there is 30 dyn/cm in the range of 15 dyn/cm - 24 dyn/cm preferably in terms of adhesion with a base film.

As for the share (Share) rubber hardness of a mold, it is preferred 15-80, and that it is 20-60 preferably in terms of templating performance or detachability.

As for the surface roughness (mean square granularity (RMS)) of a mold, it is preferably preferred to use 0.1 micrometer or less in terms of templating performance 0.5 micrometer or less.

[0027]

2) The process to which adhesion with this mold makes said mold stick the good film base for clads

Since the optical element of this invention is used for the optical wiring in various hierarchies, the material of said flexible film substrate is chosen in consideration of the optical characteristics, such as a refractive index and a light transmittance state, a mechanical strength, heat resistance, adhesion with a mold, flexibility, etc. according to the use of an optical element. As said film, an alicyclic acrylic film, an alicyclic olefin film, a triacetic acid cellulose film, a fluorine-containing resin film, etc. are mentioned. In order that the refractive index of a film base may secure refractive index difference with a core, it is smaller than 1.55 and its desirable thing made smaller than 1.53 is desirable.

[0028]

OZ-1000 and the OZ-1100 grade which introduced aliphatic cyclic hydrocarbon, such as tricyclodecane one, into the ester interchange group as said alicyclic acrylic film are used. The thing which has norbornene structure in a main chain as an alicyclic olefin film, and the thing which has norbornene structure in a main chain, and has polar groups, such as an alkyloxy carbonyl group (it is the thing and cycloalkyl group of the carbon numbers 1-6 as an alkyl group), in a side chain are mentioned. The alicyclic olefine resin which has norbornene structure in the main chain like the above especially, and has polar groups, such as an alkyloxy carbonyl group, in a side chain, Especially since it has the outstanding optical characteristics, such as a low refractive index (refractive indicees are the 1.50 neighborhoods and the difference of the refractive index of a core clad can be secured), and a high light transmittance state, it excels in adhesion with a mold and it excels in heat resistance further, it is suitable for production of the optical waveguide sheet of this invention.

The thickness of said film base is appropriately chosen in consideration of flexibility, rigidity, the ease of handling, etc., and 0.1 mm - about 0.5 mm are generally preferred.

[0029]

3) The process which contacts the end of the mold to which the film base for clads was stuck to ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin used as a core, and makes ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin advance into the crevice of said mold according to capillarity

In order to make the opening (crevice of a mold) formed between the mold and the film base of capillarity fill up with ultraviolet curing nature resin and thermosetting resin in this process, It is hypoviscosity enough so that it may be possible for ultraviolet curing nature resin and

thermosetting resin to be used, and also a thing higher (a difference with a clad is 0.02 or more) than the polymer material which constitutes a clad is required for the refractive index after hardening of said hardening resin. In addition, in order to reproduce the shape of the origin which the heights for optical waveguides formed in original recording have with high precision, it is required for the volume change before and behind hardening of said hardening resin to be small. For example, if volume decreases, it will become a cause of waveguide loss. Therefore, as for said hardening resin, what has as small a volume change as possible is desirable, and it is desirable that it is 6% or less preferably 10% or less. It is more desirable for hypoviscosity-izing using a solvent to avoid, since the volume change before and behind hardening is large.

[0030]

therefore, the viscosity of said hardening resin -- 10 mPa-s - 2000 mPa-s -- desirable -- 20mPa-s- it is preferred to use 30 mPa-s - 500 mPa-s still more preferably 1000 mPa-s. An epoxy system, a polyimide system, and acrylic ultraviolet curing nature resin are preferably used as said ultraviolet curing nature resin.

[0031]

The end of the mold to which the film base was stuck in this process, in order to promote making ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin used as a core contact, and filling up the crevice of said mold with ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin according to capillarity -- this system -- it is desirable to decompress the whole (about 0.1-200 Pa). a system -- instead of making the whole decompression, it can draw in with a pump from a different end from the end in contact with said hardening resin of a mold, or can also pressurize in the end in contact with said hardening resin.

In order to promote said restoration, it is also an effective means to hypoviscosity-ize hardening resin more by heating beforehand the hardening resin which replaces with said decompression and application of pressure, or is contacted at the end of a mold in addition to these.

the cladding layer in the process of said film base (5 of the following) that the refractive index of the hardened material of ultraviolet curing nature resin used as a core or thermosetting resin serves as a clad -- containing -- a large thing is required and is 1.55 or more preferably 1.53 or more. the cladding layer in the process of a clad (5 of the following) -- containing -- the difference of the refractive index of a core is 0.05 or more preferably 0.02 or more

[0032]

4) The process of stiffening ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin made advancing, and exfoliating a mold from a film base

Ultraviolet curing nature resin or thermosetting resin made to advance is stiffened. In order to stiffen ultraviolet curing nature resin, an ultraviolet ray lamp, ultraviolet-rays LED, a UV

irradiation device, etc. are used. In order to stiffen thermosetting resin, heating in oven etc. are used.

It is also possible to use for a cladding layer the mold used at said process of 1-3 as it is, it is not necessary to exfoliate and a mold is used as a cladding layer as it is in this case.

[0033]

5) The process of forming a cladding layer on the film base in which the core was formed Although a cladding layer is formed on the film base in which the core was formed, a film base which was used at the process of the film (for example, said 2) as a cladding layer is used similarly -- the layer which applies and stiffened hardening resin (ultraviolet curing nature resin, thermosetting resin), the poly membrane produced by applying the solvent solution of a polymer material and drying, etc. are mentioned. When using a film as a cladding layer, it is stuck using adhesives, but it is desirable in that case for the refractive index of adhesives to be as near as the refractive index of a film.

In order that the refractive index of a cladding layer may secure refractive index difference with a core, it is smaller than 1.55 and its desirable thing made smaller than 1.53 is desirable. It is preferred to make the refractive index of a cladding layer the same as the refractive index of said film base, in view of the point which light shuts up.

[0034]

In the manufacturing method of the optical waveguide sheet of this invention, especially thermosetting silicone resin as a molding material, The combination using the alicyclic olefine resin which has norbornene structure in a main chain as a film base using thermosetting dimethylsiloxane resin especially, and has polar groups, such as an alkyloxy carbonyl group, in a side chain, Even if especially both adhesion is high and the cross-section area of a crevice is very small (for example, rectangle of 10x10 micrometers), a crevice can be quickly filled up with hardening resin according to capillarity.

[0035]

Although the aforementioned mold can also be used as a cladding layer, in order that the refractive index of a mold may raise the adhesive property of a mold and core materials or less by 1.5, it is preferred to ozonize a mold in that case.

[0036]

Next, a light-emitting part is attached to the core end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above. In order to raise the degree of location of an integrated circuit, it is preferred to use a surface emission-type laser array (VCSEL) for a light-emitting part. In order to prevent the adverse effect by generation of heat, it is necessary to make an interval maintain and radiate heat between a semiconductor laser element and the core end face, since the semiconductor laser element of a surface emission-type laser array has large generation of heat but, and. Since a semiconductor laser beam has a spreading angle, if a limit

with said interval is exceeded, the laser beam spot diameter in the core end face will be a thing of the more than (an allowable diameter is 45 micrometers when a core diameter is 50 micrometers) which a core permits.

However, by taking into consideration the spot diameter of the semiconductor laser in a surface emission-type laser array, and the spreading angle of a laser beam, even if it does not form the aforementioned lens etc., it becomes possible to vacate the interval between a semiconductor laser and the core end face to such an extent that the influence of generation of heat is avoidable enough.

[0037]

In the spot diameter of a semiconductor laser, 10 micrometers and the degree of beam divergence angle For example, 25 degrees, the surface emission-type laser array (the Fuji Xerox, Inc. make.) whose array gap is 250 micrometers Since the laser beam spot diameter in a core surface is permitted to about 45 micrometers when attaching VCSEL-AM-0104 to the end face of a multi-mode polymer light guide sheet whose core diameter is 50 micrometers, a maximum of 79 micrometers of the interval of a semiconductor laser and the core end face become possible. In setting the laser beam diameter in the core end face as 30 micrometers, the interval of a semiconductor laser and the core end face is set to about 45 micrometers, but if there is an interval of this level, even if it will take into consideration that a semiconductor laser element carries out the rise in heat even of the about 100 **, it is possible to miss heat enough.

Therefore, that whose spreading angles of 1-20 micrometers and a laser beam the spot diameter of the semiconductor laser in a surface emission-type laser array is 5 degrees - about 30 degrees is used preferably, and the about 100-500-micrometer thing of an array gap is preferred. For example, VCSEL-AM-0104 of Fuji Xerox, Inc. and VCSEL-AM-0112 grade are used preferably.

[0038]

As a means which keeps above the interval between the core end face of an optical waveguide sheet, and the semiconductor laser of a surface emission-type laser array, What is necessary is just to provide the frame of sufficient height to maintain said interval to a surface emission-type laser array, and attachment with a frame and an optical waveguide sheet is performed using adhesives etc.

[0039]

In addition to a light-emitting part, a light sensing portion may be provided in the optical element of this invention. As a light-emitting part, an optical diode array etc. are used preferably. Like Si photodiode array or a GaAs photodiode array, an optical diode array has sensitivity in ultraviolet [of the same wavelength as a surface emission-type laser array], and what has good sensitivity is preferred.

[0040]

[Example]

This invention is not limited by these examples, although an example is shown below and this invention is explained to it still more concretely.

Example 1

After applying thick film resist (Product made from microchemical, SU-8) to a Si substrate with a spin coat method, it prebaked at 80 **, negatives were exposed and developed through the photo mask, and four sections as shown in drawing 1 formed square heights (width: 50 micrometers, height: 50 micrometer). The interval of heights and heights was 250 micrometers. Next, postbake of this was carried out at 120 **, and the original recording for optical waveguide core production was produced.

Next, after applying a release agent to this original recording, slush thermosetting dimethylsiloxane resin (made in Dow Corning Asia: SYLGARD184), and it exfoliates, after heating for 30 minutes and making it solidify at 120 **, Said section produced the mold (thickness of a mold: 3 mm) with the crevice corresponding to rectangular heights. Said type of both ends were cut, the input output section of the following ultraviolet curing nature resin was made, and it was considered as the mold.

[0041]

The film base (the ARTON film, the Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make, refractive index 1.510) of 188 micrometers of somewhat larger thickness than this mold and a mold was stuck. Next, said crevice was filled up with ultraviolet curing nature resin by capillarity when viscosity dropped several drops of ultraviolet curing nature resin (JSR company make :P J3001.) of 1300 mPa-s to the input output section in the end of a mold. Subsequently, it irradiated with the UV light of 50 mW/cm^2 for 5 minutes after the upper part of a mold, and ultraviolet curing was carried out. When the mold was exfoliated from the ARTON film, the core of the same shape as said original recording heights was formed on the ARTON film. The refractive index of the core was 1.591.

Next, after the refractive index after hardening applies to the whole surface the same ultraviolet curing nature resin (product made from JSR) as the ARTON film that is 1.510, the core forming face of the ARTON film is irradiated with the UV light of 50 mW/cm^2 for 5 minutes, and ultraviolet curing is carried out to it (10 micrometers of thickness after hardening), and it is **. The flexible optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was obtained. The loss of this polymer light guide was 0.33 dB/cm.

Next, it is a 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: the spot diameter of VCSEL-AM-0104 and a semiconductor laser 10 micrometers) to the core end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above. The degree of beam divergence angle provided 25 degrees, the array gap provided the gap of 50 micrometers for 250 micrometers,

and it attached, and was considered as the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0042]

Example 2

The original recording for core production of the optical waveguide in which the section had four square heights (width: 50 micrometers, height: 50 micrometer) by the same method as Example 1 was produced. Next, after making a mold by the same method as Example 1, both ends were cut and it was considered as the mold. The somewhat larger ARTON film (188 micrometers of thickness) than this mold and mold was stuck, and said crevice was filled up with thermosetting resin by capillarity when viscosity dropped several drops of thermosetting resin (product made from JSR) of 500 mPa-s to the input output section in the end of a mold. This was heated for 30 minutes and made to heat-harden in 130 °C oven. When the mold was exfoliated from the ARTON film, the core of the same shape as said original recording heights was formed on the ARTON film. The refractive index of the core was 1.570. After the refractive index after hardening applies the same thermosetting resin (product made from JSR) of 1.510 as the ARTON film to the whole surface, heat cure is carried out to the core forming face of the ARTON film (10 micrometers of thickness after hardening), and it is 130 °C. The flexible optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was obtained. The loss of this polymer light guide was 0.33 dB/cm.

Next, the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was provided and attached to the core end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above for the gap of 50 micrometers, and it was considered as the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0043]

Example 3

The original recording for core production of the optical waveguide in which the section had four square heights (width: 50 micrometers, height: 50 micrometer) by the same method as Example 1 was produced. Next, after making a mold by the same method as Example 1, both ends were cut and it was considered as the mold. The somewhat larger ARTON film (188 micrometers of thickness) than this mold and mold was stuck, and viscosity dropped several drops of ultraviolet curing resin (JSR company make :P J3001.) of 1300 mPa-s to the input output section in the end of a mold. That to which this mold and the ARTON film were stuck was put into the container decompressed with the vacuum pump (1.0 Pa). The crevice was immediately filled up with ultraviolet curing nature resin by capillarity. After taking this out from a container, it irradiates with the UV light of 50mW/[cm]² for 5 minutes after the upper part of a mold, it was stiffened, and the mold was exfoliated. The core of the refractive index 1.591 was formed on the ARTON film.

After the refractive index after hardening applies the same ultraviolet curing nature resin (product made from JSR) of 1.510 as the ARTON film to the whole surface, the core forming face of the ARTON film is irradiated with the UV light of 50 mW/cm^2 for 10 minutes, and ultraviolet curing is carried out to it (10 micrometers of thickness after hardening), and it is **. The flexible optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was obtained. The loss of this polymer light guide was 0.33 dB/cm.

Next, the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was provided and attached to the core end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above for the gap of 50 micrometers, and it was considered as the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0044]

Example 4

To the input output section which sticks a mold and the ARTON film and is in the end of a mold in Example 3. Instead of putting what hung down several drops of ultraviolet curing nature resin into the container decompressed with the vacuum pump, It drew in with the diaphragm-type suction pump (maximum suction force 33.25KPa) from another end of the input output section of a mold, and also the flexible optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was produced like Example 3. The loss of this polymer light guide was 0.33 dB/cm.

Next, the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was provided and attached to the core end face of the optical waveguide sheet produced as mentioned above for the gap of 50 micrometers, and it was considered as the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0045]

Example 5

Even the process of forming a core on the ARTON film in Example 1 was carried out by the same method.

Next, the ARTON film (188 micrometers of thickness) was pasted together to the core forming face of the ARTON film using the adhesives (product made from JSR) of the refractive index 1.510, and the flexible optical waveguide sheet was produced. The loss of this polymer light guide was 0.33 dB/cm.

To next, the core end face of the optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) produced as mentioned above. The gap of 50 micrometers was provided and attached and the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was made into the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0046]

Example 6

The mold was produced by the same method as Example 1. Next, the somewhat larger

ARTON film (188 micrometers of thickness) than this mold and mold was stuck. Viscosity dropped several drops of ultraviolet curing nature resin (made by NTT-AT) of 100 mPa-s to the input output section in the end of a mold. The crevice was filled up with ultraviolet curing nature resin by capillarity when drawn in with the vacuum pump from another end of the input output section of a mold. Subsequently, it irradiated with the UV light of 50 mW/cm^2 for 5 minutes after the upper part of a mold, and ultraviolet curing was carried out. When the mold was exfoliated from the ARTON film, the core of the same shape as original recording heights was formed on the ARTON film. The refractive index of the core was 1.570.

[0047]

Next, the ARTON film (188 micrometers of thickness) was pasted together to the core forming face of the ARTON film using the adhesives (product made from JSR) of the refractive index 1.510, and the flexible optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was produced. The loss of this polymer light guide was 0.15 dB/cm.

To next, the core end face of the optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) produced as mentioned above. The gap of 50 micrometers was provided and attached and the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was made into the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0048]

Example 7

In Example 1, ultraviolet curing nature resin was beforehand warmed at 70 **, and after hanging several drops of this down to the input output section in the end of a mold, and returning to a room temperature, it irradiated with ultraviolet rays, and also the optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) was produced like Example 1. The loss of this polymer light guide was 0.35 dB/cm.

To next, the core end face of the optical waveguide sheet (50 mm x 300 mm) produced as mentioned above. The gap of 50 micrometers was provided and attached and the 1X4 surface-emission-type-laser array (Fuji Xerox make: VCSEL-AM-0104) was made into the flexible polymers waveguide with a surface emission-type laser array.

[0049]

[Effect of the Invention]

Since the optical path changing elements, such as a lens and a mirror, are unnecessary, the optical element of this invention is extremely simplified as an element. Since the optical element of this invention formed the light-emitting part in the end face, using the polymer light guide sheet which has flexibility, The flexibility of the whole element is high, and it can incorporate in an integrated circuit in the state where could change bending simply etc. and it was made to change, and it becomes possible to be said simplified element and to raise the degree of location of an integrated circuit substantially conjointly.

The optical element of this invention can be used for extensive uses, such as optical wiring during the chip between the boards between the optical wiring in various hierarchies, for example, an apparatus device, and in an apparatus device, and in a board.

Since the manufacturing method of the optical element of this invention should just attach a light-emitting part to the end face of this flexible polymer light guide sheet after it is simplified extremely and it produces a flexible polymer light guide sheet by the method of being low cost, it is a very simple method.

Low cost to the extent that it is not compared to the optical element using the conventional polymer light guide can be attained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a key map showing an example of the optical element of this invention.

[Drawing 2] It is a key map showing the making process of the optical waveguide sheet in this invention.

[Drawing 3] It is a key map showing other making processes of the optical waveguide sheet in this invention.

[Description of Notations]

- 1 Optical element
- 2 The flexible film substrate for clads
- 4 Core
- 6 Cladding layer
- 7 Light-emitting part
- 8 Light sensing portion
- 10 Original recording
- 20a The layer of the resin material for mold formation
- 20 Mold
- 22 Mold crevice
- 30 The flexible film substrate for clads
- 40a Hardening resin for cores
- 40 Core
- 50 Cladding layer
- 52 The film for clads
- 54 Adhesives
- 60 Polymer light guide

[Translation done.]

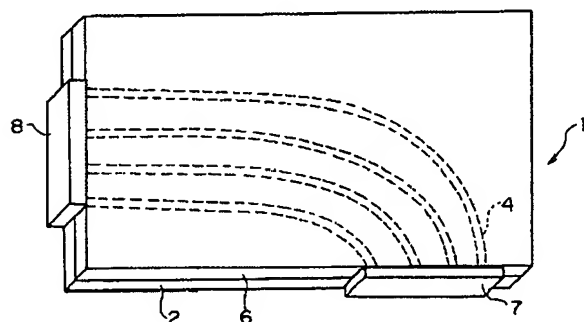
* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

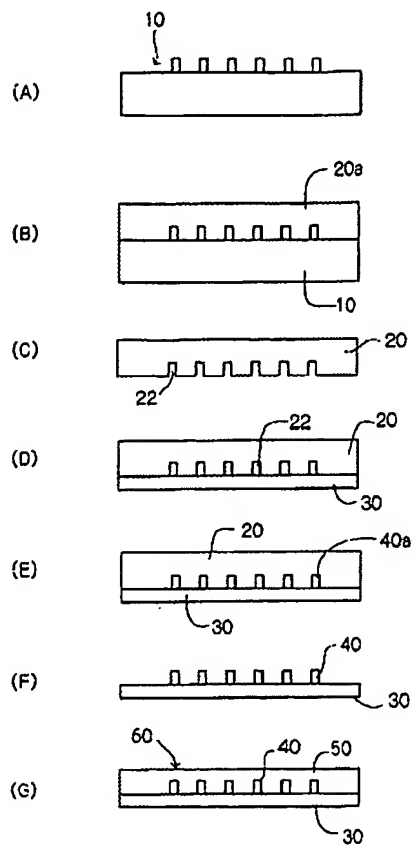
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

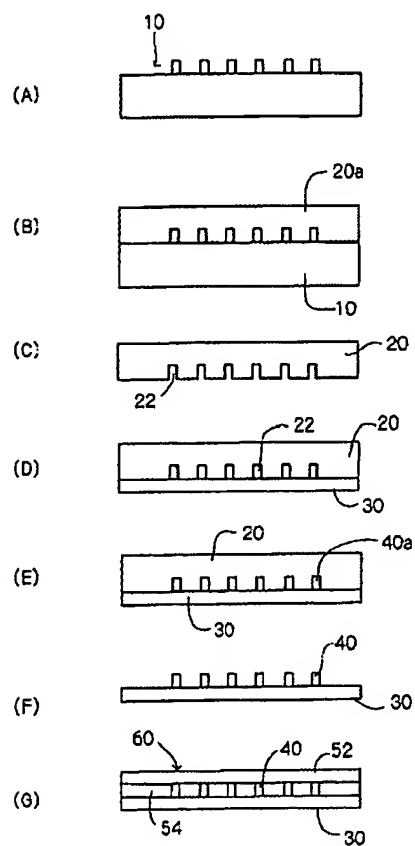
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

JP 2004-29507 A 2004.1.29

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-29507

(P2004-29507A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷G02B 6/122
G02B 6/13

F J

G02B 6/12
G02B 6/12B
M

テーマコード (参考)

2H047

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2002-187474 (P2002-187474)

(22) 出願日

平成14年8月27日(2002. 8. 27)

(71) 出願人

000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(74) 代理人

100079049

弁護士 中島 淳

(74) 代理人

100084995

弁護士 加藤 和洋

(74) 代理人

100085279

弁護士 西元 皓一

(74) 代理人

100099025

弁護士 福岡 浩志

(72) 発明者

大塚 茂実

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーン

テクナカイ 富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

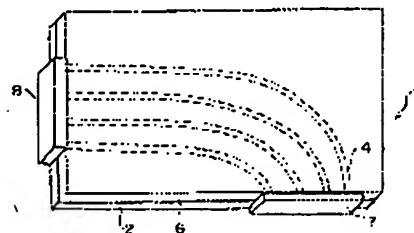
(54) 【発明の名称】 光学素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】光配線に用いることが有用な可撓性を有する光学素子、及び該素子を低コストで単純化された簡便な方法により作製する方法を提供すること。

【解決手段】フィルム基材クラッド、コア及びコアを覆うクラッド層を有する可撓性高分子光導波路シートの、コア端面に発光部を設けた光学素子、及び1) 光導波路用凸部を有する原盤から型を取り、型の光導波路コアに対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鋳型を作製し、2) 鋳型に密着性が良好なクラッド用可撓性フィルム基材を密着させ、3) 鋳型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させ毛細管現象により鋳型の凹部に進入させ、4) 進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させ、鋳型をクラッド用フィルム基材から剥離し、5) コア形成面にクラッド層を形成して、可撓性高分子光導波路シートを作製した後、コア端面に受光部を取り付ける、光学素子の製造方法。

【選択図】 図1



(2)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性フィルム基材からなるクラッド、クラッドの上に設けられた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の硬化物からなるコア及びコアを覆うように形成されたクラッド層を有する可撓性高分子光導波路シートの、コア端面に発光部を設けた光学素子。

【請求項 2】

前記発光部が面発光レーザアレイであることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記面発光レーザアレイのアレイ間隔が $20\ \mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ であることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

10

【請求項 4】

前記可撓性高分子光導波路シートにおける他のコア端面にさらに受光部が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記受光部が光ダイオードアレイであることを特徴とする請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 6】

1) 光導波路用凸部が形成された原盤に鋳型形成用樹脂材料の層を形成した後剥離して型を取り、次いで前記型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鋳型を作製する工程、

2) 前記鋳型に該鋳型との密着性が良好なクラッド用可撓性フィルム基材を密着させる工程、

3) クラッド用可撓性フィルム基材を密着させた鋳型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させ、該紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に進入させる工程、

4) 進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させ、鋳型をクラッド用可撓性フィルム基材から剥離する工程、

5) コアが形成されたクラッド用可撓性フィルム基材の上にクラッド層を形成する工程、を含む工程により可撓性高分子光導波路シートを作製した後、該シートにおけるコア端面に受光部を取り付ける、光学素子の製造方法。

20

【請求項 7】

前記クラッド層の形成が、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を塗布した後硬化させることによる請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 8】

前記クラッド層の形成が、クラッド用のフィルムを該フィルムと近い屈折率をもつ接着剤により貼り合わせることによる請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 9】

前記鋳型形成用樹脂材料の層が硬化性シリコン樹脂を硬化した層であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 10】

前記鋳型の表面エネルギーが $10\text{dyn/cm} \sim 30\text{dyn/cm}$ であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

40

【請求項 11】

前記鋳型のシェア (Share) ゴム硬度が $15 \sim 80$ であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 12】

前記鋳型の表面粗さが $0.5\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 13】

前記鋳型の光透過性が $350\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 領域において 80% 以上であることを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

50

(3)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

【請求項 14】

前記鋳型の厚さが0.1mm～50mmであることを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 15】

前記クラッド用可撓性フィルム基材の屈折率が1.55以下であることを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 16】

前記クラッド用可撓性フィルム基材が脂環式オレフィン樹脂フィルムであることを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 17】

前記脂環式オレフィン樹脂フィルムが主鎖にノルボルネン構造を有しかつ側鎖に極性基をもつ樹脂フィルムであることを特徴とする請求項16に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 18】

紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に進入させる工程において、系を減圧することを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 19】

前記紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の粘度が10mPa・s～2000mPa・sであることを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 20】

コアの径が10μm～500μmの範囲にあることを特徴とする請求項6に記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可撓性高分子光導波路に発光部を設けた光学素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

高分子導波路の製造方法としては、(1)フィルムにモノマーを含浸させてコア部を選択的に露光して屈折率を変化させフィルムを張り合わせる方法(選択重合法)、(2)コア層及びクラッド層を塗布後、反応性イオンエッチングを用いてクラッド部を形成する方法(RIE法)、(3)高分子材料中に感光性の材料を添加した紫外線硬化樹脂を用いて、露光・現像するフォトリソグラフィ法を用いる方法(直接露光法)、(4)射出成形を利用する方法、(5)コア層及びクラッド層を塗布後、コア部を露光してコア部の屈折率を変化させる方法(フォトリソグラフィ法)等が提案されている。

然し、(1)の選択重合法はフィルムの張り合わせに問題があり、(2)や(3)の方法は、フォトリソグラフィ法を使うためコスト高になり、(4)の方法は、得られるコア径の精度に課題がある。また、(5)の方法はコア層とクラッド層との十分な屈折率差がとれないという問題がある。

現在、性能的に優れた実用的な方法は、(2)や(3)の方法だけであるが前記のごときコストの問題がある。そして(1)ないし(5)のいずれの方法も、大面積でフレキシブルなプラスチック基材に高分子導波路を形成するのに適用しうるものではない。

【0003】

また、高分子光導波路を製造する方法として、キャピラリーとなる溝のパターンが形成されたパターン基板(クラッド)にコア用のポリマー前駆体材料を充填し、その後硬化させてコア層を作り、その上に平面基板(クラッド)を貼り合わせる方法が知られているが、この方法ではキャピラリー溝にだけでなく、パターン基板と平面基板の間にも全面的にポリマー前駆体材料が薄く充填され硬化されて、コア層と同じ組成の薄い層が形成される結果、この薄い層を通して光が漏洩してしまうという問題があった。

この問題を解決する方法の1つとして、デビット・ハートはキャピラリーとなる溝のパターンが形成されたパターン基板と平面基板とをクランプ用治具で固着し、さらにパターン

19

20

30

40

50

(4)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

基板と平面基板との接触部分を樹脂でシールなどした後減圧して、モノマー（ジアリルイソフタレート）溶液をキャピラリーに充填して、高分子光導波路を製造する方法を提案した（特許公報3151364号明細書）。この方法はコア形成用樹脂材料としてポリマー前駆体材料を用いる代わりにモノマーを用いて充填材料を低粘度化し、キャピラリー内に毛細管現象を利用して充填させ、キャピラリー以外にはモノマーが充填されないようにする方法である。

しかし、この方法はコア形成用材料としてモノマーを用いているため、モノマーが重合してポリマーになる際の体積収縮率が大きく、高分子光導波路の透過損失が大きくなるという問題がある。

また、この方法は、パターン基板と平面基板とをクランプで固着する、あるいはこれに加えさらに接触部を樹脂でシールするなど煩雑な方法であり、量産にはむかず、その結果コスト低下を期待することはできない。また、クラッドとして厚さがmmオーダーあるいは1mm以下のフィルムを用いる高分子光導波路の製造に適用することは不可能である。

【0004】

また、最近、ハーバード大学のGeorge M. Whitesidesらは、ナノ構造を作る新技術として、ソフトリソグラフィーの一つとして毛細管マイクロモールドという方法を提唱している。これは、フォトリソグラフィーを利用してマスター基板を作り、ポリジメチルシロキサン（PDMS）の密着性と容易な剥離性を利用してマスター基板のナノ構造をPDMSの鋳型に写し取り、この鋳型に毛細管現象を利用して液体ポリマーを流し込んで固化させる方法である。SCIENTIFIC AMERICAN Sept 2001（日経サイエンス2001年12月号）に詳しい解説記事が記載されている。

【0005】

又はハーバード大学のGeorge M. WhitesidesのグループのKim Enochらによって毛細管マイクロモールド法に関する特許が出願されている（米国特許6355198号明細書）。

しかし、この特許に記載の製造方法を高分子光導波路の製造に適用しても、光導波路のコア部は断面積が小さいので、コア部を形成するのに時間がかかり、量産に適さない。また、モノマー溶液が重合して高分子になるときに体積変化を起こしコアの形状が変化し、透過損失が大きくなるという欠点を持つ。

【0006】

また、IBMチュリッヒ研究所のB. MichelらはPDMSを用いた高解像度のリソグラフィー技術を提案しており、この技術により数十nmの解像力が得られると報告している。詳しい解説記事は、IBM J. REV. & DEV. VOL. 45 NO. 5 SEPTEMBER 2001に記載されている。

このように、PDMSを使ったソフトリソグラフィー技術や、毛細管マイクロモールド法は、ナノテクノロジーとして最近、米国を中心に注目を集めている技術である

【0007】

しかしながら、前記のごときマイクロモールド法を用いて光導波路を作製すると、硬化時の体積収縮率を小さくする（したがって透過損失を小さくする）ことと、充填を容易にするために充填液体（モノマー等）を低粘度化することを両立させえない。したがって、透過損失を小さくすることを優先的に考慮すると、充填液体の粘度をある限度以下にすることができず、充填速度が遅くなり、量産は望めない。また前記のマイクロモールド法は、基板としてガラスやシリコン基板を用いることが前提になっており、フレキシブルなフィルム基材を用いることは考慮されていない。

【0008】

ところで、最近、IC技術やLSI技術において、動作速度や集積度向上のために、高密度に電気配線を行なう代わりに、機器装置間、機器装置内のボード間、チップ内において光配線を行なうことが注目されている。

光配線のための素子として、例えば、特開2000-39530号公報には、コアとコア

(5)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

を包囲するクラッドを有する高分子光導波路の、コアークラッド積層方向に発光素子および受光素子を備え、さらに発光素子からの光をコアに入射させるための入射側ミラーとコアからの光を受光素子に出射させるための出射側ミラーを有する光学素子であって、発光素子から入射側ミラーおよび出射側ミラーから受光素子に至る光路に相当する箇所において、クラッド層を凹状に形成し、発光素子からの光および出射側ミラーからの光を収束させた光学素子が記載されている。また、特開2000-39531号公報には、コアとコアを包囲するクラッドを有する高分子光導波路のコア端面に発光素子からの光を入射させる光学素子において、コアの光入射端面を発光素子に向かって凸面となるように形成し、発光素子からの光を収束させて導波損失を抑えた光学素子が記載されている。

さらに、特開2000-235127号公報には、電子素子と光素子とを集積化した光電融合回路基板の上に高分子光導波路回路が直接組み立てられた光電子集積回路が記載されている。

【0009】

ところで、前記光配線において前記のごとき素子を曲げたりして、装置内に組み込むことができれば、光配線の組み立てを考える際の自由度を大きくすることが可能になり、その結果ICやLSIの集積度を高めることになる。

しかしながら、前記光学素子及び光電子集積回路は、いずれも可撓性（フレキシビリティ）がないため、これらを曲げるなどして装置内に組み込むことは不可能である。また、前記光学素子及び光電子集積回路は、コアの端面を凸状に形成したりミラーを併用する必要があり、複雑な構造を採用せざるを得ないものとなっている。前記のようにコア端面を凸状にしたり、レンズを用いて集光したりすることが必要な理由は、前記光学素子等に用いられている発光素子としての半導体レーザー素子は発熱が大きく、これを単に高分子導波路に密着させて使用すると熱が逃げなくなり動作不良の原因となるので、高分子導波路部分と発光素子との間にギャップを設けて熱を逃がしてやる必要がある一方、半導体レーザーのスポットには広がり角が存在（したがって、前記ギャップが大きくなるに従い、光が広がり光導波路に光を閉じこめることが困難になる）するからである。

さらに、前記光学素子及び光電子集積回路はいずれも高分子光導波路を含んでいるが、いずれも、フォトリソグラフィ法を利用して作製しており、工程が複雑であり廃液等の問題もあり環境に対する負荷も大きい。

【0010】

このように、可撓性を有する高分子光導波路シート自体これまで全く提供されていないことに加えて、この可撓性を損なわないように、高分子光導波路シートの端面に発光素子を接続して光配線に用いる光学素子とするという考え方は全く提起されていない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記のごとき問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光配線に用いることが有用な可撓性を有する光学素子を提供すること、また、前記光学素子を極めて低コストで単純化された簡便な方法により作製する光学素子の製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

(1) フィルム基材からなるクラッド、クラッドの上に設けられた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の硬化物からなるコア及びコアを覆うように形成されたクラッド層を有する可撓性高分子光導波路シートの、コア端面に発光部を設けた光学素子。

(2) 前記発光部が面発光レーザーアレイであることを特徴とする前記(1)に記載の光学素子。

(3) 前記面発光レーザーアレイのアレイ間隔が $20\mu\text{m}$ ～ 2mm であることを特徴とする前記(2)に記載の光学素子。

(4) 前記可撓性高分子光導波路シートにおける他のコア端面にさらに受光部が設けられていることを特徴とする前記(1)に記載の光学素子。

(6)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

(5) 前記受光部が光ダイオードアレイであることを特徴とする前記(4)に記載の光学素子。

【0013】

(6) 1) 光導波路用凸部が形成された原盤に鋳型形成用樹脂材料の層を形成した後剥離して型を取り、次いで前記型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鋳型を作製する工程、

2) 前記鋳型に該鋳型との密着性が良好なクラッド用可撓性フィルム基材を密着させる工程、

3) クラッド用フィルム基材を密着させた鋳型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させ、該紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に進入させる工程、 10

4) 進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させ、鋳型をクラッド用可撓性フィルム基材から剥離する工程、

5) コアが形成されたクラッド用可撓性フィルム基材の上にクラッド層を形成する工程、を含む工程により可撓性高分子光導波路シートを作製した後、該シートにおけるコア端面に受光部を取り付ける、光学素子の製造方法。

【0014】

(7) 前記クラッド層の形成が、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を塗布した後硬化させることによる前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(8) 前記クラッド層の形成が、クラッド用のフィルムを該フィルムと近い屈折率をもつ接着剤により貼り合わせることによる前記(6)に記載の光学素子の製造方法。 20

(9) 前記鋳型形成用樹脂材料の層が硬化性シリコン樹脂を硬化した層であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

【0015】

(10) 前記鋳型の表面エネルギーが $10\text{ dyn/cm} \sim 30\text{ dyn/cm}$ であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(11) 前記鋳型のシェア(Share)ゴム硬度が $15 \sim 80$ であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(12) 前記鋳型の表面粗さが $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。 30

(13) 前記鋳型の光透過性が $350\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ 領域において 80% 以上であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(14) 前記鋳型の厚さが $0.1\text{ mm} \sim 5.0\text{ mm}$ であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

【0016】

(15) 前記クラッド用可撓性フィルム基材の屈折率が 1.55 以下であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(16) 前記クラッド用可撓性フィルム基材が脂環式オレフィン樹脂フィルムであることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(17) 前記脂環式オレフィン樹脂フィルムが主鎖にノルボルネン構造を有しかつ側鎖に極性基をもつ樹脂フィルムであることを特徴とする前記(16)に記載の光学素子の製造方法。 40

(18) 紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に進入させる工程において、系を減圧することを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(19) 前記紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の粘度が $10\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 2000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ であることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

(20) コアの径が $10\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする前記(6)に記載の光学素子の製造方法。

【0017】

50

(7)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

【発明の実施の形態】

本発明の光学素子は、可撓性フィルム基材からなるクラッド、クラッドの上に設けられた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の硬化物からなるコア及びコアを覆うように形成されたクラッド層を有する可撓性高分子光導波路シートの、コア端面に発光部を設けたものである。本発明の光学素子においては、レンズやミラーなどの光路変更素子が不要であるため、素子として極めて単純化されている。また、本発明の光学素子は、可撓性を有する高分子光導波路シートを用い、かつその端面に発光部を設けたため、素子全体のフレキシビリティが高く、簡単に曲げるなどの変形をさせることができ、また変形させた状態で集積回路内に組み込むことができ、前記単純化された素子であることと相俟って、集積回路の集積度を大幅に高めることが可能になる。

15

本発明の光学素子は、種々の階層における光配線、たとえば機器装置間、機器装置内のボード間、ボード内のチップ間における光配線など、広範な用途に用いる。

図1に本発明の光学素子の一例を概念図として示す。図1中、1は光学素子、2は下部クラッド（クラッド用可撓性フィルム基材）、4はコア、6はクラッド層、7は発光部および8は受光部をそれぞれ示す。

【0018】

また、本発明の光学素子の製造方法は、可撓性高分子光導波路シートを作製した後、コア端面に発光部を取り付けることにより行なわれる。可撓性高分子光導波路シートの作製方法は以下の工程を有する。

- 1) 光導波路用凸部が形成された原盤に鋳型形成用樹脂材料の層を形成した後剥離して型を取り、次いで前記型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鋳型を作製する工程、
- 2) 前記鋳型にクラッドとなる該鋳型との密着性が良好なクラッド用可撓性フィルム基材を密着させる工程、
- 3) クラッド用可撓性フィルム基材を密着させた鋳型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させ、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に進入させる工程、
- 4) 進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させる工程、鋳型をクラッド用可撓性フィルム基材から剥離する工程、及び
- 5) コアが形成されたクラッド用可撓性フィルム基材の上にクラッド層を形成する工程。

30

【0019】

本発明の可撓性高分子光導波路シート（以下、単に光導波路シートということがある）の製造方法は前記のごとく鋳型に、鋳型との密着性が良好なクラッド用可撓性フィルム基材（以下では、単にクラッド用フィルム基材、フィルム基材等という）を密着させると、両者を特別な手段を用いて固着させなくても（前記特許第3151364号明細書に記載のごとき固着手段）、鋳型に形成された凹部構造以外には、鋳型とクラッド用フィルム基材の間に空隙が生ずることなく、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を前記凹部のみに進入させることができることを見出したことに基づくもので、本発明の高分子光導波路の製造方法は、製造工程が極めて単純化され容易に高分子光導波路を作製することができ、従来の高分子光導波路の製造方法に比較し、極めて低コストで高分子光導波路を作製することを可能にするものである。また、本発明の高分子光導波路の製造方法により、損失ロスが少なく高精度であり、かつ各種機器への自由な装填を可能とするフレキシブルな高分子光導波路が得られる。さらに高分子光導波路の形状等を自由に設定することができる。そして、本発明の光学素子の製造方法は、前記のようにして作製した光導波路シートの端面に発光部を取り付けるだけであるので、非常に簡易な方法であり、従来の高分子光導波路を用いる光学素子に対して比較にならないほどの低コストが達成できる。

40

【0020】

まず、図2を用いて本発明の光導波路シートの製造方法の概略を説明する。

図2（A）は光導波路用凸部12が形成された原盤10を示す。最初に図2（B）で示すように、原盤10の光導波路用凸部12が形成された面に、鋳型形成用樹脂材料の層20

50

(8)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

a（例えば硬化性樹脂の硬化した層）を形成する。次に、鋳型形成用樹脂材料の層20aを原盤10から剥離し（型取り）、その後、型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部22が露出するように型の両端を切断して（図示せず）鋳型20を作製する（図2（C）参照）。

このようにして作製した鋳型に、該鋳型との密着性がよいクラッド用フィルム基材30を密着させる（図2（D）参照）。次に、鋳型の一端をコアとなる硬化性樹脂40aに接触させ、毛細管現象を利用して鋳型の凹部22に進入させる。図2（E）は鋳型の凹部に硬化性樹脂が充填された状態を示す。その後、凹部内の硬化性樹脂を硬化させ、鋳型を剥離する（図示せず）。図2（F）が示すように、クラッド用フィルム基材の上に光導波路用凸部（コア）40が形成される。さらに、クラッド用フィルム基材のコア形成面にコア層50を形成することにより、本発明の光導波路シート60（図2（G）参照）が作製される。

【0021】

また、図3にコアが形成されたフィルム基材の上にクラッドとなるフィルムを接着剤により接着させる例を示す。図3（A）から図3（F）までは、図2（A）から図2（F）で表される工程と共通で、原盤からスクラップして、フィルム基材の上にコアを形成する工程までを示す。図3（G）は、フィルム基材のコア形成面に接着剤54を用いてクラッドとなるフィルム52を貼り合わせる工程を示す。

【0022】

以下に、本発明による光導波路シートの製造方法を工程順に説明する。

1）光導波路用凸部が形成された原盤に鋳型形成用樹脂材料の層を形成した後剥離して型を取り、次いで前記型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鋳型を作製する工程

<原盤の作製>

光導波路用凸部（コアに対応する凸部）を形成した原盤の作製には、従来の方法、たとえばフォトリソグラフィ法を特に制限なく用いることができる。また、本出願人が先に出願した電着法又は光電着法により高分子光導波路を作製する方法（特願2002-10240号）も、原盤を作製するのに適用できる。原盤に形成される光導波路用凸部の大きさは高分子光導波路の用途等に応じて適宜決められる。例えばシングルモード用の光導波路の場合には、10 μ m角程度のコアを、マルチモード用の光導波路の場合には、50～100 μ m角程度のコアが一般的に用いられるが、用途によっては数百 μ m程度と更に大きなコア部を持つ光導波路も利用される。

【0023】

<型の作製>

型は、前記のようにして作製した原盤の光導波路面に、鋳型樹脂材料の層を形成した後剥離して作製される。

鋳型樹脂材料としては、原盤から容易に剥離することができること、鋳型（繰り返し用いる）として一定以上の機械的強度・寸法安定性を有することが好ましい。鋳型樹脂材料の層は、鋳型形成用樹脂あるいはこれに必要に応じて各種添加剤を加えたものから形成される。

鋳型形成用樹脂は、原盤に形成された個々の光導波路を正確に写し取らなければならないので、ある限度以下の粘度、たとえば、2000～7000mPa・s程度を有することが好ましい。また、粘度調節のために溶剤を、溶剤の忌影響がない程度に加えることができる。

【0024】

前記鋳型形成用樹脂としては、硬化性シリコン樹脂（熱硬化型、室温硬化型）が、剥離性、機械強度・寸法安定性の観点から好ましく用いられる。また、前記樹脂であって低分子量の液体樹脂は、十分な浸透性が望め好ましく用いられる。前記樹脂の粘度は500～7000mPa・s、さらには、2000～5000mPa・s程度のものが好ましい。硬化性シリコン樹脂としては、メチルシロキサン基、エチルシロキサン基、フェニルシ

(9)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

ロキサン基を含むものが好ましく、特に硬化性ジメチルシロキサン樹脂が好ましい。

【0025】

また、前記原盤にはあらかじめ離型剤塗布などの離型処理を行なって鑄型との剥離を促進することが望ましい。

原盤の光導波路面に、鑄型樹脂材料の層を形成するには、前記面に鑄型形成用樹脂を塗布したり注型する方法により鑄型形成用樹脂の層を形成し、その後必要に応じ乾燥処理、硬化処理などが行なわれる。

鑄型樹脂材料の層の厚さは鑄型としての取り扱い性を考慮して適宜決められるが、一般的に0.1～50mm程度が適切である。

その後、鑄型樹脂材料の層と原盤を剥離して型とする。

10

【0026】

<鑄型の作製>

次いで前記型に形成された光導波路用凸部に対応する凹部が露出するように型の両端を切断して鑄型を作製する。凹部が露出するように型の両端を切断するのは、後の工程で紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鑄型の凹部に進入させるためである。

鑄型の表面エネルギーは、10dyn/cm～30dyn/cm、好ましくは15dyn/cm～24dyn/cmの範囲にあることが、基材フィルムとの密着性の点からみて好ましい。

鑄型のシェア(Share)ゴム硬度は、15～80、好ましくは20～60であることが、型取り性能や剥離性の点からみて好ましい。

20

鑄型の表面粗さ(二乗平均粗さ(RMS))は、0.5μm以下、好ましくは0.1μm以下にすることが、型取り性能の点からみて好ましい。

【0027】

2) 前記鑄型に該鑄型との密着性が良好なクラッド用フィルム基材を密着させる工程

本発明の光学素子は、種々の階層における光配線に用いられるので、前記可撓性フィルム基材の材料は光学素子の用途に応じ、屈折率、光透過性等の光学的特性、機械的強度、耐熱性、鑄型との密着性、フレキシビリティ等を考慮して選択される。前記フィルムとしては脂環式アクリルフィルム、脂環式オレフィンフィルム、三酢酸セルロースフィルム、含フッ素樹脂フィルム等が挙げられる。フィルム基材の屈折率は、コアとの屈折率差を確保するため、1.55より小さく、好ましくは1.53より小さくすることが望ましい。

30

【0028】

前記脂環式アクリルフィルムとしてはトリシクロデカン等の脂肪族環状炭化水素をエステル置換基に導入した、OZ-1000、OZ-1100等が用いられる。

また、脂環式オレフィンフィルムとしては主鎖にノルボルネン構造を有するもの、及び主鎖にノルボルネン構造を有しかつ側鎖にアルキルオキシカルボニル基(アルキル基としては炭素数1から6のものやシクロアルキル基)等の極性基をもつものが挙げられる。中でも前記のごとき主鎖にノルボルネン構造を有しかつ側鎖にアルキルオキシカルボニル基等の極性基をもつ脂環式オレフィン樹脂は、低屈折率(屈折率が1.50近辺であり、コア・クラッドの屈折率の差を確保できる)及び高い光透過性等の優れた光学的特性を有し、鑄型との密着性に優れ、さらに耐熱性に優れているので特に本発明の光導波路シートの作製に適している。

40

また、前記フィルム基材の厚さはフレキシビリティと剛性や取り扱いの容易さ等を考慮して適切に選ばれ、一般的には0.1mm～0.5mm程度が好ましい。

【0029】

3) クラッド用フィルム基材を密着させた鑄型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させ、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鑄型の凹部に進入させる工程

この工程においては、紫外線硬化性樹脂及び熱硬化性樹脂を、毛細管現象により鑄型とフィルム基材との間に形成された空隙(鑄型の凹部)に充填させるため、用いる紫外線硬化

50

(10)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

性樹脂及び熱硬化性樹脂はそれが可能なように十分低粘度である他、前記硬化性樹脂の硬化後の屈折率はクラッドを構成する高分子材料よりも高い（クラッドとの差が0.02以上）ことが必要である。このほかに、原盤に形成された光導波路用凸部が有する元の形状を高精度に再現するため、前記硬化性樹脂の硬化前後の体積変化が小さいことが必要である。例えば、体積が減少すると導波損失の原因になる。したがって、前記硬化性樹脂は、体積変化ができるだけ小さいものが望ましく、10%以下、好ましくは6%以下であるのが望ましい。溶剤を用いて低粘度化することは、硬化前後の体積変化が大きいため避ける方が好ましい。

【0030】

したがって、前記硬化性樹脂の粘度は、 $10\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 2000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、望ましくは $20\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 1000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、更に好ましくは $30\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 500\text{ mPa}\cdot\text{s}$ にするのが好ましい。

また、前記紫外線硬化性樹脂としてエポキシ系、ポリイミド系、アクリル系紫外線硬化性樹脂が好ましく用いられる。

【0031】

また、この工程において、フィルム基材を密着させた鋳型の一端を、コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂に接触させて紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を毛細管現象により前記鋳型の凹部に充填することを促進するため、この系全体を減圧（0.1～200 Pa程度）することが望ましい。また系全体を減圧にする代わりに、鋳型の、前記硬化性樹脂と接触する一端とは異なる端からポンプで吸引したり、あるいは前記硬化性樹脂と接触する一端において加圧したりすることもできる。

また、前記充填を促進するため、前記減圧及び加圧に代えあるいはこれらに加えて、鋳型の一端に接触させる硬化性樹脂をあらかじめ加熱することにより、硬化性樹脂をより低粘度化することも有効な手段である。

コアとなる紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂の硬化物の屈折率は、クラッドとなる前記フィルム基材（以下の5）の工程におけるクラッド層を含む）より大きいことが必要で、1.53以上、好ましくは1.55以上である。クラッド（以下の5）の工程におけるクラッド層を含む）とコアの屈折率の差は、0.02以上、好ましくは0.05以上である

【0032】

4）進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させ、鋳型をフィルム基材から剥離する工程

進入させた紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂を硬化させる。紫外線硬化性樹脂を硬化させるには、紫外線ランプ、紫外線LED、UV照射装置等が用いられる。また、熱硬化性樹脂を硬化させるには、オープン中での加熱等が用いられる。

また、前記1）～3）の工程で用いる鋳型をそのままクラッド層に用いることも可能で、この場合は、鋳型を剥離する必要はなくそのままクラッド層として利用する。

【0033】

5）コアが形成されたフィルム基材の上にクラッド層を形成する工程

コアが形成されたフィルム基材の上にクラッド層を形成するが、クラッド層としてはフィルム（たとえば前記2）の工程で用いたようなフィルム基材が同様に用いられる）、硬化性樹脂（紫外線硬化性樹脂、熱硬化性樹脂）を塗布して硬化させた層、高分子材料の溶剤溶液を塗布して乾燥して得られる高分子膜等が挙げられる。クラッド層としてフィルムを用いる場合は、接着剤を用いて貼り合わされるが、その際、接着剤の屈折率がフィルムの屈折率と近いことが望ましい。

クラッド層の屈折率は、コアとの屈折率差を確保するため、1.55より小さく、好ましくは1.53より小さくすることが望ましい。また、クラッド層の屈折率を前記フィルム基材の屈折率と同じにすることが、光の閉じ込めの点からみて好ましい。

【0034】

本発明の光導波路シートの製造方法において、特に、鋳型材料として熱硬化性のシリコーン樹脂、中でも熱硬化性ジメチルシロキサン樹脂を用い、フィルム基材として主鎖にノル

(11)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

ボルネン構造を有しかつ側鎖にアルキルオキシカルボニル基等の極性基をもつ脂環式オレフィン樹脂を用いる組み合わせは、両者の密着性が特に高く、また、凹部の断面積が極めて小さくても（たとえば $10 \times 10 \mu\text{m}$ の矩形）毛細管現象により素早く凹部に硬化性樹脂を充填することができる。

【0035】

さらに、前記の鑄型をクラッド層として用いることもできるが、その場合には、鑄型の屈折率が1.5以下で、鑄型とコア材料の接着性を向上させるために鑄型をオゾン処理することが好ましい。

【0036】

次に、前記のようにして作製された光導波路シートのコア端面に発光部を取り付ける。集積回路の集積度を上げるためには、発光部には面発光レーザーアレイ（VCSEL）を用いることが好ましい。

面発光レーザーアレイの半導体レーザー素子は発熱が大きいため、発熱による悪影響を防ぐためには、半導体レーザー素子とコア端面との間に間隔を保ち放熱させる必要があるが、半導体レーザービームは広がり角度を有するため、前記間隔がある限度を超えるとコア端面におけるレーザー光スポット直径が、コアが許容する以上（たとえばコア直径が $50 \mu\text{m}$ の場合、許容直径は $45 \mu\text{m}$ ）のものになってしまう。

しかし、面発光レーザーアレイにおける半導体レーザーのスポット径、レーザービームの広がり角度を考慮することにより、前記のレンズ等を設けなくても半導体レーザーとコア端面の間の間隔を、発熱の影響を十分避けることができる程度に空けることが可能になる

。

【0037】

たとえば、半導体レーザーのスポット径が $10 \mu\text{m}$ 、ビーム広がり角度が 25° 、アレイ間隔が $250 \mu\text{m}$ の面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス株式会社製、VCSEL-AM-0104）を、コア径が $50 \mu\text{m}$ のマルチモード高分子光導波路シートの端面に取り付ける場合、コア面におけるレーザー光スポット直径が $45 \mu\text{m}$ 程度まで許容されるため、半導体レーザーとコア端面との間隔は最大 $79 \mu\text{m}$ まで可能となる。また、コア端面におけるレーザー光直径を $30 \mu\text{m}$ に設定する場合には、半導体レーザーとコア端面との間隔は $45 \mu\text{m}$ 程度となるが、この程度の間隔があれば半導体レーザー素子が 100°C 位まで温度上昇することを考慮しても十分熱を逃がすことが可能である。

したがって、面発光レーザーアレイにおける半導体レーザーのスポット径が $1 \sim 20 \mu\text{m}$ 、レーザービームの広がり角度が $5^\circ \sim 30^\circ$ 程度のものが好ましく用いられ、また、アレイ間隔は $100 \sim 500 \mu\text{m}$ 程度のものが好ましい。例えば、富士ゼロックス株式会社のVCSEL-AM-0104、VCSEL-AM-0112等が好ましく用いられる。

【0038】

また、光導波路シートのコア端面と、面発光レーザーアレイの半導体レーザーとの間の間隔を前記のように保つ手段としては、面発光レーザーアレイに前記間隔を維持するに十分な高さの枠を設ければよく、枠と光導波路シートとの取り付けは、接着剤などを用いて行なわれる。

【0039】

また、本発明の光学素子には、発光部に加え受光部を設けてもよい。発光部としては光ダイオードアレイ等が好ましく用いられる。光ダイオードアレイは、SiフォトダイオードアレイやGaAsフォトダイオードアレイのように、面発光レーザーアレイと同じ波長の紫外に感度を持ち、感度の良いものが好ましい。

【0040】

【実施例】

以下に実施例を示し本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

実施例1

Si基板に厚膜レジスト（マイクロケミカル（株）製、SU-8）をスピンコート法で塗

(12)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

布した後、80℃でプリバークし、フォトマスクを通して露光し、現像して、図1に示すような4本の、断面が正方形の凸部（幅：50μm、高さ：50μm）を形成した。凸部と凸部の間隔は250μmとした。次に、これを120℃でポストバークして、光導波路コア作製用原盤を作製した。

次に、この原盤に離型剤を塗布した後、熱硬化性ジメチルシロキサン樹脂（ダウコウニングアシア社製：SYLGARD184）を流し込み、120℃で30分間加熱して固化させた後、剥離して、前記断面が矩形の凸部に対応する凹部を持った型（型の厚さ：3mm）を作製した。さらに、前記型の両端を切断して下記紫外線硬化性樹脂の入出力部を作り鑄型とした。

【0041】

15

この鑄型と、鑄型より一回り大きい膜厚188μmのフィルム基材（アートンフィルム、日本合成ゴム（株）製、屈折率1.510）を密着させた。次に、鑄型の一端にある入出力部に、粘度が1300mPa・sの紫外線硬化性樹脂（JSR社製：PJ3001）を数滴落としたところ、毛細管現象により前記凹部に紫外線硬化性樹脂が充填された。次いで、50mW/cm²のUV光を鑄型の上部から5分間照射して紫外線硬化させた。鑄型をアートンフィルムから剥離したところ、アートンフィルム上に前記原盤凸部と同じ形状のコアが形成された。コアの屈折率は1.591であった。

次に、アートンフィルムのコア形成面に、硬化後の屈折率がアートンフィルムと同じ1.510である紫外線硬化性樹脂（JSR（株）製）を全面に塗布した後、50mW/cm²のUV光を5分間照射して紫外線硬化させ（硬化後の膜厚10μm）た。フレキシブルな光導波路シート（50mm×300mm）が得られた。この高分子光導波路の損失は、0.33dB/cmであった。

20

次に、前記のようにして作製した光導波路シートのコア端面に、1×4面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：VCSEL-AM-0104、半導体レーザーのスポット径が10μm、ビーム広がり角度が25°、アレイ間隔が250μm）を、50μmのギャップを設けて取り付け、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

。

【0042】

実施例2

実施例1と同じ方法により断面が正方形の凸部（幅：50μm、高さ：50μm）を4本持った光導波路のコア作製用の原盤を作製した。次に、実施例1と同じ方法で型を作った後、両端を切断して鑄型とした。この鑄型と鑄型より一回り大きいアートンフィルム（膜厚188μm）を密着させ、鑄型の一端にある入出力部に、粘度が500mPa・sの熱硬化性樹脂（JSR（株）製）を数滴落としたところ、毛細管現象により前記凹部に熱硬化性樹脂が充填された。これを130℃のオーブン中で30分間加熱して熱硬化させた。鑄型をアートンフィルムから剥離したところ、アートンフィルム上に前記原盤凸部と同じ形状のコアが形成された。コアの屈折率は1.570であった。さらに、アートンフィルムのコア形成面に、硬化後の屈折率がアートンフィルムと同じ1.510の熱硬化性樹脂（JSR（株）製）を全面に塗布した後、加熱硬化させ（硬化後の膜厚10μm）た。フレキシブルな光導波路シート（50mm×300mm）が得られた。この高分子光導波路の損失は、0.33dB/cmであった。

30

40

次に、前記のようにして作製した光導波路シートのコア端面に、1×4面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：VCSEL-AM-0104）を、50μmのギャップを設けて取り付け、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【0043】

実施例3

実施例1と同じ方法により断面が正方形の凸部（幅：50μm、高さ：50μm）を4本持った光導波路のコア作製用の原盤を作製した。次に、実施例1と同じ方法で型を作った後、両端を切断して鑄型とした。この鑄型と鑄型より一回り大きいアートンフィルム（膜厚188μm）を密着させ、鑄型の一端にある入出力部に、粘度が1300mPa・sの

50

(13)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

紫外線硬化樹脂（ＪＳＲ社製：ＰＪ３００１）を数滴落とした。この鋳型とアートンフィルムを密着させたものを、真空ポンプで減圧（１．０Ｐａ）した容器に入れた。ただちに毛細管現象により凹部に紫外線硬化性樹脂が充填された。これを容器から取り出した後、 50 mW/cm^2 のＵＶ光を鋳型の上部から５分間照射して硬化させ、鋳型を剥離した。アートンフィルム上に屈折率１．５９１のコアが形成された。

さらに、アートンフィルムのコア形成面に、硬化後の屈折率がアートンフィルムと同じ１．５１０の紫外線硬化性樹脂（ＪＳＲ（株）製）を全面に塗布した後、 50 mW/cm^2 のＵＶ光を１０分間照射して紫外線硬化させ（硬化後の膜厚 $10\text{ }\mu\text{m}$ ）た。フレキシブルな光導波路シート（ $50\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ ）が得られた。この高分子光導波路の損失は、 0.33 dB/cm であった。

10

次に、前記のようにして作製した光導波路シートのコア端面に、１×４面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：ＶＣＳＥＬ－ＡＭ－０１０４）を、 $50\text{ }\mu\text{m}$ のギャップを設けて取り付けて、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【００４４】

実施例４

実施例３において、鋳型とアートンフィルムとを密着させ、鋳型の一端にある入出力部に、紫外線硬化性樹脂を数滴垂らしたものを、真空ポンプで減圧した容器に入れる代わりに、鋳型の入出力部のもう一方の端からダイヤフラム式吸引ポンプ（最大吸引圧 33.25 KPa ）で吸引する他は、実施例３と同様にして、フレキシブルな光導波路シート（ $50\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ ）を作製した。この高分子光導波路の損失は、 0.33 dB/cm であ

20

った。
次に、前記のようにして作製した光導波路シートのコア端面に、１×４面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：ＶＣＳＥＬ－ＡＭ－０１０４）を、 $50\text{ }\mu\text{m}$ のギャップを設けて取り付けて、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【００４５】

実施例５

実施例１におけるアートンフィルム上にコアを形成する工程までを同じ方法により実施した。

次に、アートンフィルムのコア形成面に、アートンフィルム（膜厚 $188\text{ }\mu\text{m}$ ）を、屈折率１．５１０の接着剤（ＪＳＲ（株）製）を使って貼り合わせ、フレキシブルな光導波路シートを作製した。この高分子光導波路の損失は、 0.33 dB/cm であった。

30

次に、前記のようにして作製した光導波路シート（ $50\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ ）のコア端面に、１×４面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：ＶＣＳＥＬ－ＡＭ－０１０４）を、 $50\text{ }\mu\text{m}$ のギャップを設けて取り付けて、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【００４６】

実施例６

実施例１と同じ方法で鋳型を作製した。次に、この鋳型と鋳型より一回り大きいアートンフィルム（膜厚 $188\text{ }\mu\text{m}$ ）を密着させた。鋳型の一端にある入出力部に、粘度が $100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ の紫外線硬化性樹脂（ＮＴＴ－ＡＴ社製）を数滴落とした。鋳型の入出力部のもう一方の端から真空ポンプで吸引したところ、毛細管現象により凹部に紫外線硬化性樹脂が充填された。次いで、 50 mW/cm^2 のＵＶ光を鋳型の上部から５分間照射して紫外線硬化させた。鋳型をアートンフィルムから剥離したところ、アートンフィルム上に原盤凸部と同じ形状のコアが形成された。コアの屈折率は１．５７０であった。

40

【００４７】

次に、アートンフィルムのコア形成面に、アートンフィルム（膜厚 $188\text{ }\mu\text{m}$ ）を、屈折率１．５１０の接着剤（ＪＳＲ（株）製）を使って貼り合わせ、フレキシブルな光導波路シート（ $50\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ ）を作製した。この高分子光導波路の損失は、 0.15 dB/cm であった。

次に、前記のようにして作製した光導波路シート（ $50\text{ mm}\times 300\text{ mm}$ ）のコア端面に

50

(14)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

、1×4面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：VCSEL-AM-0104）を、50 μ mのギャップを設けて取り付けて、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【0048】

実施例7

実施例1において、紫外線硬化性樹脂をあらかじめ70℃に加温し、これを鋳型の一端にある入出力部に数滴垂らした後、室温に戻した後で紫外線を照射する他は、実施例1と同様にして光導波路シート（50mm×300mm）を作製した。この高分子光導波路の損失は、0.35dB/cmであった。

次に、前記のようにして作製した光導波路シート（50mm×300mm）のコア端面に10
、1×4面発光レーザーアレイ（富士ゼロックス製：VCSEL-AM-0104）を、50 μ mのギャップを設けて取り付けて、面発光レーザーアレイ付きのフレキシブルな高分子導波路とした。

【0049】

【発明の効果】

本発明の光学素子は、レンズやミラーなどの光路変更素子が不要であるため、素子として極めて単純化されている。また、本発明の光学素子は、可撓性を有する高分子光導波路シートを用い、かつその端面に発光部を設けたため、素子全体のフレキシビリティが高く、簡単に曲げるなどの変形をさせることができ、また変形させた状態で集積回路内に組み込むことができ、前記単純化された素子であることと相俟って、集積回路の集積度を大幅
20に高めることが可能になる。

本発明の光学素子は、種々の階層における光配線、たとえば機器装置間、機器装置内のボード間、ボード内のチップ間における光配線など、広範な用途に用いうる。

また、本発明の光学素子の製造方法は、極めて単純化され低コストである方法により可撓性高分子光導波路シートを作製した後、該可撓性高分子光導波路シートの端面に発光部を取り付けるだけでよいので、非常に簡易な方法であり、従来の高分子光導波路を用いる光学素子に対して比較にならないほどの低コストが達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学素子の一例を示す概念図である。

【図2】 本発明における光導波路シートの作製工程を示す概念図である。

30

【図3】 本発明における光導波路シートの他の作製工程を示す概念図である。

【符号の説明】

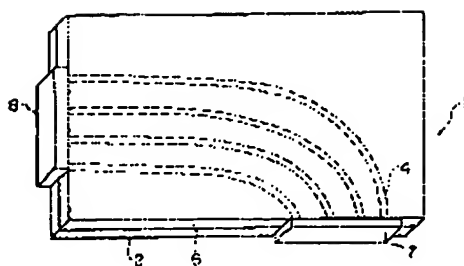
- 1 光学素子
- 2 クラッド用可撓性フィルム基材
- 4 コア
- 6 クラッド層
- 7 発光部
- 8 受光部
- 10 原盤
- 20 a 鋳型形成用樹脂材料の層
- 20 鋳型
- 22 鋳型凹部
- 30 クラッド用可撓性フィルム基材
- 40 a コア用硬化性樹脂
- 40 コア
- 50 クラッド層
- 52 クラッド用フィルム
- 54 接着剤
- 60 高分子光導波路

40

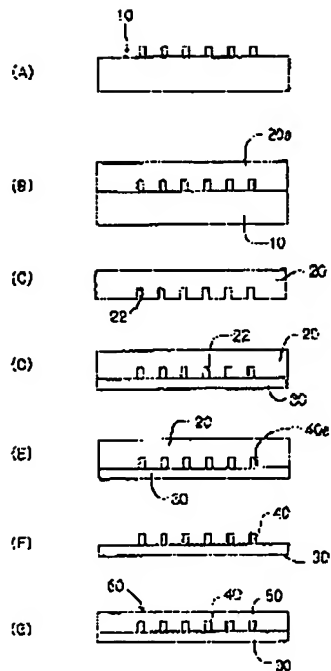
(15)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

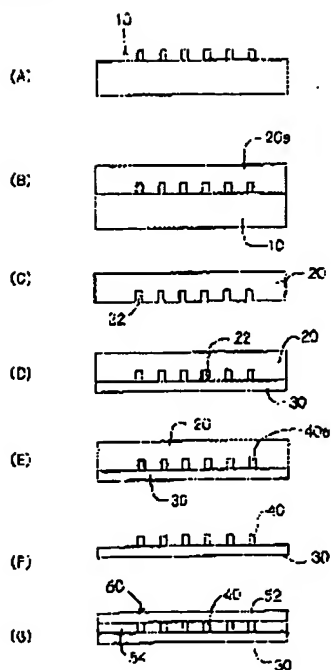
【図 1】



【図 2】



【図 3】



(16)

JP 2004-29507 A 2004.1.29

フロントページの続き

(72)発明者 清水 敬司

神奈川県足柄上郡中井町境4-3-0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 谷田 和敏

神奈川県足柄上郡中井町境4-3-0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 坪 英一

神奈川県足柄上郡中井町境4-3-0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

Fターム(参考) 2H047 KA04 KA12 MA07 PA02 PA15 PA24 PA28 QA05 TA41